

電電公社 正会員 杉瀬 昇
電電公社 正会員 大蔵 昭宏
電電公社 正会員 〇八木 浩

1. はじめに

圧気工法を採用するにあたり、工事前には握すべき事項としては、(1)空気消費量(透気係数、圧力勾配の測定)、(2)最適圧気圧(限界圧力のは握)、(3)噴発の有無(カバーロック効果の確認)などがあげられる。これらの要素はシールドが通過する地盤の条件、あるいは地下水の条件などに大きく影響される。したがって、これらの問題を解明するためには、工の透気性、地盤内での空気の流れ機構とは握すべきであるが、まだ十分に解明されていない。しかし、これらの難問題を解決すべく、各方面において現場透気試験方法が考へられ実施されている。ここでは代表的な名古屋地盤において施工した圧気式シールド工事の施工データと先に述べた現場透気試験のデータと比較検討したものである。

2. 現地地盤状況

現場透気試験と行なう、た地点の地盤状況は、図-1に示すように、約2mの表土下は、赤褐色のいわゆる熱田層と呼ばれるもので、砂層と約1m程度の薄い粘土層が互層をなしている。

計画しているシールドの先端は、砂層層と粘土層の境界面に位置し、シールド下端面は、熱田層下へシールド貫入の中を通るようになる。

3. 現場透気試験方法

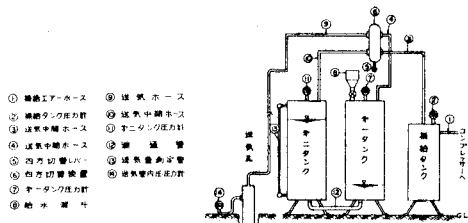
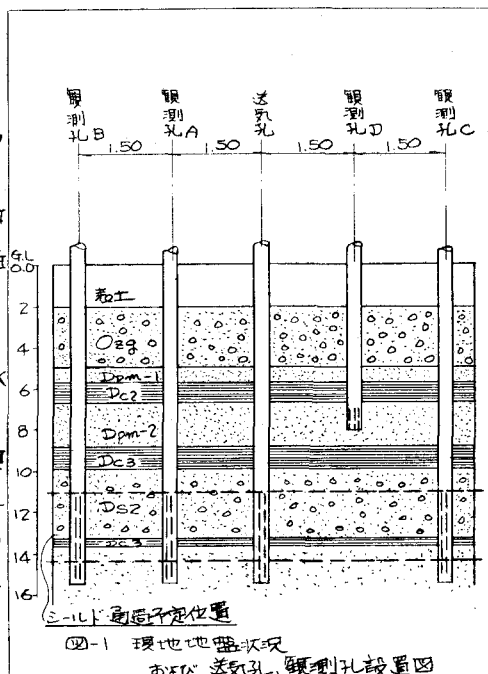
ここで採用した現場透気試験方法は、注水法による現地透気試験と類似した方法で、一定圧力の空気を圧入する送気孔と、送気された空気が地盤中に浸透して向流水に置換する状況と観測する観測孔と地盤中に設置することによって行なう。送気孔、観測孔の設置状況を図-1に示す。この図において、 $\phi 60$ の観測孔のみ設置深度が浅いのは、シールド通過深度直上に存在する粘土層の不透気性、つまりカバーロックとしての信頼性も兼ねようとする目的で設置したものである。

送気孔に一定圧力の空気を送るための送気装置と図-2に示す。このように三つのタンクと、それと二つのタンクと連絡するパイプおよび、切替装置、切替レバー、圧力計等と具備する簡便な装置を用いた。この装置では、一定圧力下において、送気量に相当する水量が、第一タンクから第二タンク内へ自動的に置換されるわけである。したがって、この水量を計測することによって送気量が正確に求められる。

4. 試験結果

(1) 送気圧と送気量

この現場の熱田層に最適した送気圧と求めるため、送気圧を10段階に変化させ、各々の送気圧に対する送気



量を測定した。その結果、図-3より明らかのように、 0.3 kg/cm^2 のポイントで急激に送気量が增大することが判明した。この現象は地盤中に混入している細粒分（シルト）が、 0.3 kg/cm^2 より大きな送気圧を受けると、間隙水と共に持ち運ば送られ、透気面積が増大するためではないかと考えられる。この圧力が、ほぼ限界圧力と見られるので、施工にあたっては、 0.3 kg/cm^2 以内の送気圧が終局的であると言える。

(2) 透気係数の算定方法と計算結果

透気係数の算定方法は、未だ確立した方法ではない。しかし、水と空気の違いはあっても、試験方法自体、透水試験と類似したものである。このようにこのへり、現場条件に適した水理公式を变形して使用することは、可能ではある。ここには、式(1)を用いて透気係数を算定した。

$$K_a = \frac{Q}{4\pi b(h_0 - H)} \quad (\text{cm/sec})$$

ここに Q : ある圧力における単位時間当りの送気量 (cm^3/sec)

b : 透気孔の半径 H : 不透気層より地下水位までの

水頭 h_0 : 不透気層より圧力面までの水頭

また、透気係数は透水係数のように地盤固有の値ではなく、送気圧によって変化する値である。表-1は、この地盤における各送気圧に対する透気係数も示したものである。

(3) 送気量の算定

必要送気量の算定には式(2)を用いる。

$$Q = K_a \cdot i \cdot A$$

ここに Q : 必要空気量 (m^3/min) K_a : 透気係数 (cm/min)

i : 圧力勾配 A : シールド断面積 (cm^2)

なお、理論空気量に対して安全率といくらみるのかについては、議論の余地があるが、ここでは「3」とみた。表-2は各送気圧に対する送気量も示したものである。

5. 実際の施工データ

実際の施工データと表-3に示す。このデータは、一日毎に記録したものと、一定圧力間隔で坑内圧がほとんど変化していない期間を区切り、その間の一日毎の送気量を平均したものである。

6. まとめ

この現場透気試験において、カバーロック効果の確認、および限界圧力の把握については、比較的施工実績と合った回答が得られている。しかし、必要空気量については、表-2、表-3と比較せねばならない。実際の施工データのほうが大きくて、特に低い圧力においては、その差が著しい。この原因として、特に低い圧力においては、空気の流動抵抗の占めるファクターが大きくなり、試験のデータとそのまま実際のシールド断面に適用していくことに向題があるのではないかと考えられる。この一現場のみのデータと結論を下すことはできないが、これらの施工実績に基づいて、明らかに、てくると見られる。

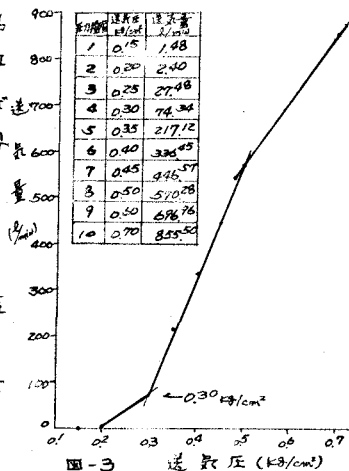


表-1 各送気圧に対する透気係数の圧力勾配

送気圧 P (kg/cm²)	送気量 Q (cm³/sec)	透気係数 K _a (cm/sec)	圧力勾配		
			観測 値 No.	平均 B.C	平均 A.B.C
0.20	40.00	8.77 × 10 ⁻³	A 1.307	0.652	0.877
			B 0.688		
			C 0.682		
0.25	458.00	4.52 × 10 ⁻³	A 1.587	0.807	1.061
			B 0.790		
			C 0.807		
0.30	1239.00	8.03 × 10 ⁻³	A 1.833	0.910	1.218
			B 0.902		
			C 0.918		
0.35	3618.67	1.746	A 1.833	0.956	1.248
			B 0.952		
			C 0.960		
0.40	5607.50	2.155	A 1.973	1.042	1.352
			B 1.042		
			C 1.062		
0.45	7442.83	2.376	A 2.120	1.119	1.453
			B 1.117		
			C 1.121		
0.50	9504.67	2.595	A 2.123	1.171	1.491
			B 1.171		
			C 1.174		
0.60	11616.00	2.460	A 2.467	1.395	1.752
			B 1.387		
			C 1.442		
0.70	14258.33	2.466	A 1.987	1.485	1.652
			B 1.470		
			C 1.479		

表-2 各送気圧に対する必要空気量

送気圧 kg/cm²	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70
理論 空気量 m³/min	—	0.43	2.85	5.81	12.94	17.27	20.50	23.25	25.58	24.19
必要 空気量 m³/min	—	2	9	18	39	52	62	70	77	73

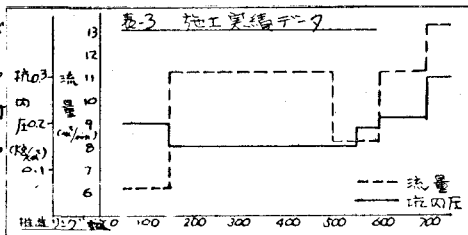


表-3 施工実績データ